

Aus der Dermatologischen Klinik und Poliklinik der Universität Marburg  
Direktor: Prof. Dr. med. H. C. Friederich

---

**ZUR FRAGE DER HYDROTHERAPIE BEI  
VERÄTZUNGEN DER HAUT**

**INAUGURAL-DISSERTATION**  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der gesamten Medizin

dem Fachbereich Humanmedizin der  
Philipps-Universität zu Marburg

vorgelegt von

**MARIA ROTHMANN**  
aus Fulda

Marburg 1974

---

Druck: Görich & Weiershäuser, Marburg (Lahn)



Aus der Dermatologischen Klinik und Poliklinik der Universität Marburg  
Direktor: Prof. Dr. med. H. C. Friederich

---

# ZUR FRAGE DER HYDROTHERAPIE BEI VERÄTZUNGEN DER HAUT

INAUGURAL-DISSERTATION  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der gesamten Medizin

dem Fachbereich Humanmedizin der  
Philipps-Universität zu Marburg

vorgelegt von

MARIA ROTHMANN

aus Fulda

Marburg 1974

---

Druck: Görich & Weiershäuser, Marburg (Lahn)



**Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin  
der Universität Marburg am 16. August 1974  
gedruckt mit Genehmigung des Fachbereiches  
Dekan : Prof. Dr. H. Oepen  
Referent : Prof. Dr. M. Rupec  
Correferent : Prof. Dr. A. Huch**

# **I N H A L T S V E R Z E I C H N I S**

|                                          | <b>Seite</b> |
|------------------------------------------|--------------|
| <b>I. EINLEITUNG .....</b>               | <b>1</b>     |
| <b>II. FRAGESTELLUNG .....</b>           | <b>5</b>     |
| <b>III. MATERIAL UND METHODE .....</b>   | <b>6</b>     |
| <b>IV. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE .....</b> | <b>9</b>     |
| <b>A. MAKROSKOPISCHE BEFUNDE .....</b>   | <b>9</b>     |
| <b>B. MIKROSKOPISCHE BEFUNDE .....</b>   | <b>11</b>    |
| <b>V. BESPRECHUNG .....</b>              | <b>19</b>    |
| <b>VI. ZUSAMMENFASSUNG .....</b>         | <b>23</b>    |
| <b>VII. ABBILDUNGEN .....</b>            | <b>25</b>    |

## **LITERATURVERZEICHNIS**



## I. EINLEITUNG

Die Bedeutung der Hydrotherapie bei Verätzungen der Haut ist seit Jahrzehnten bekannt (SMITH, 1921; HOLLAND, 1923; DAVIDSON, 1927) und wurde auch in jüngerer Zeit von verschiedenen Autoren wieder hervorgehoben (BROMBERG et al., 1965; HOCHLEITNER, 1969; CURRERI et al., 1970). Insbesondere seitdem der Verbrauch der chemischen Produkte in Haushalt, Industrie, Landwirtschaft, Wissenschaft u.s.w. sehr stark angestiegen ist, nimmt durch die relativ hohe Zahl derartiger Unfälle auch die Bedeutung einer überall durchführbaren Wasserbehandlung verständlicherweise zu. So wird im Jahre 1955 die Zahl derartiger chemischer Stoffe auf über 25000 geschätzt (SYMPOSION on HEALTH HAZARDS of CHEMICALS 1955), wobei allein die Zahl durch die chemischen Stoffe hervorgerufener Todesfälle 3300 pro Jahr übersteigt (LEWIS, 1959).

Während es sich heute meistens um Unfälle und nur vereinzelt um Attentate mit chemischen Stoffen handelt, so waren noch in der zweiten Hälfte des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts konzentrierte Säuren beliebte Mittel zur Selbstvernichtung oder Attentate (LESSER, 1881; REUTER, 1938). In der Literatur aus dieser Zeit wird hauptsächlich über Verätzungen des Magen-Darm-Traktes (LESSER, 1881; WALBAUM u.a., 1906; GEISSLER, 1909) und entsprechende experimentelle Versuche an Kaninchen und Hunden berichtet, wobei GEISSLER (1909) besonders das feingewebliche Bild der Verätzung der Magenschleimhaut durch Salzsäure beschreibt.

Die histologischen Untersuchungen der verätzten Haut werden nur selten durchgeführt (VAN RENSBURG,

1962; CURRERI et al., 1970). REUTER (1938) untersuchte die durch Schwefelsäure verätzte Haut lediglich im Nativpräparat und fand dabei eine wenig ausgeprägte Schädigung der Hornschicht im Vergleich mit den tieferen Schichten der Oberhaut. CURRERI et al. (1970) haben anhand ihrer feingeweblichen Beobachtungen besonders auf die Koagulationsnekrose und Neigung zu Thrombenbildung bei chemisch bedingten Verätzungen hingewiesen. VAN RENSBURG (1962) wählte die Schweinehaut für seine experimentellen Untersuchungen, da sie bekanntlich in ihrer Reaktivität vom makroskopischen und mikroskopischen Standpunkt aus der menschlichen Haut ähnelt. Dabei wurde aber lediglich das 24 Stunden nach experimenteller Verätzung entnommene Material einer mikroskopischen Analyse unterzogen.

Die ersten elektronenmikroskopischen Befunde über die verätzte Haut (Salzsäure) liegen bereits vor (NAGAO et al., 1972).

Es ist bekannt, daß es durch die Einwirkung der konzentrierten Säure auf die Haut zu einer Nekrose kommt, deren Ausprägung durch die Konzentration und Dauer der Einwirkung sowie durch die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Säure bestimmt wird (NEUGEBAUER, 1926). Die Reversibilität beziehungsweise die Irreversibilität der Zellschädigung hängt weitgehend von der Verschiebung des pH-Wertes ab, so daß bei einem pH-Wert unter 2,5 bzw. über 11,5 der Schaden als irreversibel anzusehen ist - es kommt zum Tod der Zelle.- (FREIDENWALD, 1944, 1946; REHN, 1965).

Schon Aussehen, Farbe und Beschaffenheit der Nekrose lassen auf das einwirkende Agens schließen. So entsteht durch Einwirkung konzentrierter Schwefelsäure auf die Haut ein grau-gelblicher Schorf, der sekundär durch Umwandlung von Hämoglobin in Hämatin eine braun-schwarze Farbe annimmt (PETRI, 1930; REUTER, 1938). Die rauchende Salpetersäure bildet einen intensiv gelben (Xanthoprotein-Reaktion), die Salzsäure einen grau-weißen und die Pikrinsäure einen gelb-grünen Schorf, wobei im Falle der Pikrinsäure eine Verfärbung der gesamten Haut auftreten kann (Kanarienvogelhaut). Flußsäure führt zu einer schmutzig gelb-grünen Verätzung der Haut und kann sich erst innerhalb von Stunden, mit großer Schmerzhaftigkeit einhergehend, entwickeln. Die für einige Säuren charakteristischen Atznekrosen nehmen sekundär durch Hämatinbildung alle eine braun-schwarze Farbe an (REUTER, 1938).

Bei den therapeutischen Bemühungen soll berücksichtigt werden, daß zwischen Verätzungen mit Säuren bzw. Laugen einerseits und Verbrennungen (Verbrühungen) andererseits ein prinzipieller Unterschied insoweit gegeben ist, daß das chemische Agens so lange eine destruktive Aktivität auf das Gewebe ausübt, bis es neutralisiert wird (dazu auch CURRERI et al., 1970). Diese Tatsache hat als logische Konsequenz zu einer Therapie durch Neutralisation bzw. Verdünnung der einwirkenden Säure bzw. Lauge geführt. Es haben schon SMITH (1921), HOLLAND (1923) und vor allem DAVIDSON (1927) das fließende Wasser als geeignetstes Therapeutikum bei Verätzungen vorgeschlagen. Es liegen aus dieser Zeit auch eindrucksvolle Untersuchungen an Ratten vor (DAVIDSON, 1927). Auch VAN RENSBURG (1962) konnte dies insoweit bestätigen, daß er optimale Ergebnisse bei der chemisch verätzten Haut (u.a. Schwefelsäure, Salpetersäure) mit Leitungswasser

bzw. Phosphatpuffer erzielen konnte. Er unterstreicht die Wichtigkeit des sofortigen Einsetzens der Behandlung. Man nimmt an, daß durch die Spülung mit fließendem Wasser folgende therapeutisch wesentlichen Vorgänge eingeleitet werden (BROMBERG et al., 1965) :

1. eine Verdünnung der auf die Haut wirkenden Säure,
2. Wegspülen von Säure,
3. Herabsetzung des Grades der chemischen Reaktion,
4. Verminderung der im Gewebe entstandenen Metabolika,
5. Herabsetzung des hygroskopischen Effektes der Säure,
6. Wiederherstellung des normalen pH-Wertes der Haut.

Kürzlich hat auch HOCHLEITNER (1969) darauf hingewiesen, daß durch die alleinige Wasserbehandlung der pH-Wert des Applikationsortes zum Neutralpunkt hin verschoben wird. Man nimmt an, daß die eventuell entstandene Wärme, die verständlicherweise zu einer Verbrennung des Gewebes führen kann, gerade durch den kontinuierlichen Wasserfluß abgeleitet wird. Die Behandlungsdauer schwankt je nach dem Autoren zwischen 1 und 2 Stunden, wobei 1 Stunde sicher als untere Grenze zu werten ist.

## II. F R A G E S T E L L U N G

=====

Der Wirkungsgrad der Therapie der Verätzungen mit fließendem Wasser (Hydrotherapie) wurde bisher im wesentlichen nur makroskopisch beurteilt. Es liegen lediglich die von BROMBERG (1965) durchgeführten Untersuchungen vor, wobei allerdings nur das nach 24 Stunden nach experimenteller Verätzung entnommene Material ausgewertet ist. Es bleibt die Frage nach dem mikroskopischen Aussehen des Applikationsortes in Bezug auf die unterschiedliche Einwirkungsdauer einer Säure mit anschließender Wasser- bzw. Bikarbonat-Spülung bisher unbeantwortet.

Wir haben daher in der vorliegenden Arbeit die Meerschweinchenhaut der Einwirkung einer konzentrierten Säure ausgesetzt und nach verschiedenen Zeitintervallen die Gebiete der Säureanwendung mit fließendem Wasser beziehungsweise mit Bikarbonatlösung gespült. Die makroskopische Beurteilung und histologische Analyse wurden zu verschiedenen Zeitpunkten zwischen 1 Stunde und 9 Tagen nach der Behandlung durchgeführt.

Von derartigen Untersuchungen wird aus mikroskopischer Sicht heraus eine Antwort auf das Pro et Contra der Hydrotherapie bei der verätzten Haut erwartet.

### III. M A T E R I A L   u n d   M E T H O D E

Als Versuchstiere wurden Albino-Meerschweinchen beiderlei Geschlechts mit einem Durchschnittsgewicht von ca. 450 g benutzt.

Alle Versuche wurden am mit Nembutal (= Pento-barbitalnatrium) narkotisierten Tier durchgeführt.

Ein Tropfen des Ätzmittels (konzentrierte Schwefelsäure, pH = 1,83) wurde mittels Glasstäbchens auf das vorher rasierte Applikationsfeld im Bereich der Rückenhaut aufgetragen.

Für die Spülung wurde eine Plastikglocke von ca. 2 ccm gewählt, die mit einem Zu- und einem Ableitungsschlauch versehen war (Abb. 1). Es wurde regelmäßig darauf geachtet, daß diese Glocke wasserdicht sitzt, was durch Auftragen von Vaseline erzielt wurde.

Als Spülmittel benutzten wir Leitungswasser beziehungsweise 10%ige Natriumbikarbonat-Lösung.

Die Versuchstiere wurden in folgende Gruppen aufgeteilt :

1. Gruppe : Bei 20 Meerschweinchen wurde nach Säureeinwirkung je eine Probenbiopsie des Applikationsbereiches bei 5 Tieren nach 1 Std., bei je 2 Tieren nach 24 Std., 48 Std., bei je 3 Tieren nach 72 Std., 6 Tagen und bei 5 Tieren nach 9 Tagen durchgeführt.

2. Gruppe : Bei 24 Tieren wurde nach 30 Sekunden Einwirkungsdauer der Säure der ganze Applikationsbereich mit fließendem Wasser

1 Stunde gespült und eine Probebiopsie bei 5 Tieren sofort anschließend und bei 5 Tieren nach 24 Stunden, bei je 3 Tieren nach 48 Std., 72 Std., 6 Tagen und bei 5 Tieren nach 9 Tagen durchgeführt.

3. Gruppe : Bei 18 Meerschweinchen wurde wie oben die Säure appliziert und nach 5-minütiger Einwirkungsdauer eine 1-stündige Spülung mit fließendem Wasser durchgeführt. Eine Probebiopsie des Applikationsbereiches wurde wie oben bei 3 Tieren sofort anschließend und weiterhin bei je 3 Tieren nach 24 Std., 48 Std., 72 Std. sowie nach 6 und 9 Tagen durchgeführt.

4. Gruppe : Bei 17 Meerschweinchen wurde nach 30 Sekunden Einwirkungsdauer der Säure der Applikationsbereich mit 10%iger Natriumbikarbonat-Lösung 15 Minuten gespült und eine Probebiopsie bei 2 Tieren sofort anschließend und bei je 3 Tieren nach 24 Std., 48 Std., 72 Std., 6 und 9 Tagen durchgeführt.

5. Gruppe : Bei 18 Meerschweinchen wurde nach 5 Minuten Einwirkungsdauer der Säure der Applikationsbereich wie oben mit 10%iger Natriumbikarbonat-Lösung 15 Minuten gespült und eine Probebiopsie bei je 3 Tieren sofort anschließend, nach 24 Std., 48 Std., 72

Std. sowie nach 6 und 9 Tagen durchgeführt.

Das entnommene Material wurde regelmäßig in neutralem Formalin fixiert und anschließend in Paraffin eingebettet. An den ca. 7 mm dicken Schnitten wurden folgende Färbungen durchgeführt: Haemalaun-Eosin-Färbung, Elastika-Darstellung nach WEIGERT, Van Gieson-Färbung und Hale-PAS-Reaktion (RITTER und OLESON).

#### IV. U N T E R S U C H U N G S E R G E B N I S S E

=====

##### A. MAKROSKOPISCHER BEFUND

###### a) Konzentrierte Schwefelsäure ohne anschließende Behandlung

Wenige Minuten nach Anwendung der Säure bildet sich am Einwirkungsort eine gelbbraune Zone, die von einem ödematösen Randwall und weiter peripher von einem erythematösen Ring umsäumt ist. 15 bis spätestens 30 Minuten nach der Applikation ist es möglich, die Haare widerstandslos zu entfernen. Nach ca. 1 Stunde bildet sich ein braun-schwarzer Ätzschorf. Das Ödem und die Rötung zeigen bereits nach 24 Stunden eine gewisse Rückbildungstendenz. Der Schorf, der in den nachfolgenden Tagen zunehmend schrumpft, wird lederartig und haftet am letzten Beobachtungstag (9. Tag) besonders im zentralen Bereich noch immer fest an der Unterlage (Abb. 2A).

###### b) Konzentrierte Schwefelsäure, 30 Sekunden Einwirkungsdauer, mit anschließender 1-stündiger Wasserspülung

Bis zum Einsetzen der Wasserspülung hat sich das Applikationsfeld gelb-bräunlich verfärbt. Ein ödematöser Randsaum ist noch nicht sicher nachweisbar. Nach der Spülung bleibt eine weißliche Ätzzone zurück, die sich innerhalb von 24 Stunden in einen braunen oberflächlichen Schorf umwandelt. In den nächsten Tagen schrumpft dieser Schorf kontinuierlich und ist

am 9. Tag entweder vollständig abgelöst oder haftet ausnahmsweise nur noch in der mittleren Partie (Abb. 2B).

c) Konzentrierte Schwefelsäure, 5 Minuten Einwirkungs-  
dauer, mit anschließender 1-stündiger  
Wasserspülung

Am Ende der 5-minütigen Einwirkungsdauer zeigt sich eine gelbbraun verfärbte, teils transparent wirkende Ätzzone, mit einem ödematösen Randwall. Nach 24 Stunden besteht dann ein brauner Ättschorf mit einem stark ausgeprägten Randödem, das am 3. Beobachtungstag wieder verschwindet. In den folgenden Tagen ist eine kontinuierliche Schrumpfung des Schorfes zu beobachten, wobei die Ablösung desselben erst nach 9 Tagen beginnt.

d) Konzentrierte Schwefelsäure, 30 Sekunden Ein-  
wirkungsdauer, mit anschließender 15-minütiger  
Bikarbonat-Spülung

Es finden sich makroskopisch ähnliche Veränderungen wie bei 30 Sekunden Säureeinwirkung und anschließender 1-stündiger Wasserspülung. So hat sich der geschrumpfte Schorf am letzten Beobachtungstag (9. Tag) entweder vollständig abgelöst oder adhäriert, allerdings selten noch teilweise an der Unterlage.

- e) Konzentrierte Schwefelsäure, 5 Minuten Einwirkungsdauer, mit anschließender 15-minütiger Bikarbonat-Spülung

Die makroskopischen Befunde entsprechen der Säureeinwirkung von 5 Minuten mit anschließender 1-stündiger wasserspülung. Eine Ablösung des Ätzschorfes ist auch hier am 9. Beobachtungstag noch nicht vollzogen.

## B. MIKROSKOPISCHE BEFUNDE

- a) Konzentrierte Schwefelsäure ohne anschließende Spülung

### Probebiopsie nach 1 Stunde

Die Epidermis ist in einen weitgehend homogen wirkenden eosinophilen Streifen mit teils kaum erkennbaren Kernen und mit mehrfach blasig abgehobener Hornschicht umgewandelt. Im Corium beschränkt sich die Veränderung im wesentlichen auf das obere Drittel. Man findet ein schmutzig-blau-tingiertes, homogen aussehendes Material mit teils gut erhaltenen Bindegewebsfasern (Abb. 3a). Diese ganze Zone ist im Vergleich mit dem Corium der normalen Haut intensiv PAS-reaktiv. Eine Hale-reaktive Interfibrillärsubstanz ist in solchen Bezirken fast völlig verschwunden (Abb. 9). Das PAS-reaktive Gebiet deckt sich weitgehend mit der schmutzig-gelb-tingierten

Zone, in dem nach van Gieson-gefärbten Material. Auffällig ist der fast völlige Schwund der sonst rot tingierten Kollagenfibrillen.

#### Probebiopsie nach 24 Stunden

Es liegt eine Ätznekrose bis fast zur Cutis-Subcutis-Grenze vor (Abb. 4a), wobei im Bereich der quergestreiften Muskulatur Veränderungen teils im Sinne von Nekrosen vornehmlich unter dem Bilde eines scholligen Zerfalls zu sehen sind. Es kommen auch Muskelbündel mit Plasmaverklumpungen nach Art hyaliner Querbänder vor.

Im van Gieson-Präparat ist das befallene Gebiet des oberen Coriums gelb tingiert. Das darunter liegende Bindegewebe ist homogenisiert und intensiver rot gefärbt als normales Kollagen. Die elastischen Fasern sind etwas reduziert. Die befallene Zone ist weiterhin durch einen weitgehenden Schwund des Haleraktiven Materials geprägt.

#### Probebiopsie nach 48 Stunden

Es liegt schon eine beginnende Sequestrierung der Ätznekrose vor. Im Bereich der quergestreiften Muskulatur befinden sich die nekrotischen Muskelfasern bereits in Resorption bei gleichzeitiger lokaler Fibrosierung (Abb. 5a).

#### Probebiopsie nach 72 Stunden

Das ganze Corium ist in eine strukturlose eosinophile Masse umgewandelt (Abb. 6a). Eine Demarkationszone zum umgebenden Corium hin ist bereits vorhanden.

#### Probebiopsie nach 6 Tagen

Der gebildete Schorf mit Infiltratresten ist in der Tiefe von eosinophil homogen wirkendem Bindegewebe umgeben. Die Nekrose reicht manchmal bis in das Muskelgewebe und wird von einem leukozytären Infiltrat demarkiert (Abb. 7a).

#### Probebiopsie nach 9 Tagen

Zu diesem Zeitpunkt findet man ein sehr zellreiches Narbengewebe mit gelegentlich eingeschlossenen Haarresten, das auch das nekrotische Muskelgewebe ersetzt. Auffällig ist, daß es zu einer Eliminierung der nekrotischen Corium- und Muskelgeweberesidua kommt (Abb. 8a).

- b. 30 Sekunden Einwirkungsdauer von konzentrierter Schwefelsäure, anschließend 1 Stunde Spülung mit fließendem Wasser

#### Probebiopsie anschließend

Die Epidermis wirkt im ganzen Anwendungsbereich hyperchrom. Im Stratum granulosum kommt es oft zur Spaltenbildung, wobei in den so entstandenen Cavitäten mehrere dunkelblau tingierte,

offensichtlich den frei gewordenen Keratohyalinkörnchen entsprechende Granula flottieren (Abb. 3b). Im Bereich dieser blasigen Abhebungen ist die Malpighi'sche Schicht betont eosinophil, die Kerne nur schattenhaft dargestellt. Im Corium ist eine homogene Transformation nur auf die oberste subepidermale Zone beschränkt. Dieser Abschnitt des Coriums wirkt im van Gieson-Präparat blass-rosa tingiert mit überall dunkelrot gefärbten, allerdings quantitativ reduzierten praeexistenten Kollagenfasern. Im Hale-PAS-Präparat ist beinahe das ganze obere Drittel des Coriums durch einen Schwund der Hale-reaktiven Interfibrillärsubstanzen und intensive PAS-Positivität geprägt.

#### Probebiopsie nach 24 Stunden

Neben den oben geschilderten Veränderungen liegt jetzt der Schwerpunkt auf den manchmal ausgiebigen abszeßartigen Leukozytenansammlungen vorwiegend in Höhe der supraseboglobulären Follikelportionen (Abb. 4b). Manchmal schieben sie sich in die intraepidermalen Spalten, so daß dann eine intraepidermal lokalisierte Pustel vorliegt. Bei einem Tier konnten wir im interfollikulären Spatium ein subepidermales schmales leukozytäres Band beobachten, welches sich dann in das perifollikuläre Infiltrat fortsetzt. Im van Gieson-Präparat hat sich das oben beschriebene blass-rosa tingierte Material weit-

gehend zurückgebildet. In den Hale-PAS-Schnitten war keine wesentliche Differenz zu erkennen.

#### Probebiopsie nach 48 Stunden

Bei dem überwiegenden Teil der Tiere findet man eine schmale nekrotische Schicht, die die Epidermis und das darunter liegende Corium umfaßt und nach unten hin von einem leukozytären Saum demarkiert ist (Abb. 5b). Bei einigen Tieren wiederum ist die Nekrose der Epidermis und des subepidermalen Coriums vornehmlich auf perifollikuläre Gebiete beschränkt, wo man auch die beschriebenen abszeßartigen Leukozytenansammlungen vorfindet.

#### Probebiopsie nach 72 Stunden

Hier liegt bei dem überwiegenden Teil der Schnitte eine von Zellkerntrümmern durchsetzte Ätznekrose vor, die von unten von einem dichten Infiltrat abgegrenzt wird (Abb. 6b). Am Rande des Ätzschorfes beginnt sich die regenerierende Epidermis vorzuschieben.

#### Probebiopsie nach 6 Tagen

Nekrotische Massen oberhalb der schon regenerierten, teils parakeratotisch verhornten Epidermis sind in Abstoßung begriffen (Abb. 7b).

#### Probebiopsie nach 9 Tagen

Zu diesem Zeitpunkt liegt ein im wesentlichen unauffälliges histologisches Bild vor. Die Epidermis ist akanthotisch und bis auf seltene Abschnitte orthokeratotisch verhornt (Abb. 8b). Im oberen Drittel des Coriums besteht streckenweise eine unterschiedlich stark ausgeprägte Fibrose. Nur selten fanden wir Reste eines noch nicht abgestoßenen Schorfs.

#### c) 5 Minuten Einwirkungsdauer von konzentrierter Schwefelsäure, anschließend 1 Stunde Spülung mit fließendem Wasser

##### Probebiopsie anschließend

Die homogene Transformation des Coriums ist im wesentlichen auf das Stratum papillare und das obere Stratum reticulare beschränkt. Die Epidermis wirkt eosinophil mit schwach angefärbten Kernen und ist mancherorts in Höhe der Körnerschicht blasig abgehoben (Abb. 3c). Die van Gieson- sowie die Hale-PAS-Reaktion sind mit dem nicht gespülten Material vergleichbar.

##### Probebiopsie nach 24 Stunden

Im Vergleich mit dem nicht behandelten Material ist kein wesentlicher feingeweblicher Unterschied vorhanden. Allerdings ist das Ausmaß der corialen Veränderungen nur auf die

oberste Hälfte des Coriums beschränkt (Abb. 4c). Bei wenigen Tieren ist nur das subepidermale Corium homogen transformiert.

#### Probebiopsie nach 48 Stunden

Die Ätznekrose fängt an, sich nach unten hin durch ein leukozytäres Band (Abb. 5c), dessen Breite von Tier zu Tier gewissen Schwankungen unterworfen ist, zu demarkieren.

#### Probebiopsie nach 72 Stunden

Die Zone des nekrotischen Zerfalls umfaßt überwiegend das obere Drittel des Coriums (Abb. 6c), bei einigen Tieren reichen sie allerdings bis zum mittleren Stratum reticulare. Eine Demarkationszone ist insbesondere im Randgebiet vorhanden, umschließt aber nicht immer den ganzen Bereich der Ätznekrose.

#### Probebiopsie nach 6 Tagen

Die Ätznekrose mit eingeschlossenen Haarfollikelresten ist bereits in Abstoßung begriffen (Abb. 7c). Das darunter liegende Corium ist oft bis zur Muskelschicht hin fibrotisch verändert.

#### Probebiopsie nach 9 Tagen

Die regenerierte Epidermis schiebt sich unter den in Abstoßung begriffenen Schorf (Abb. 8c). Das Corium ist von Tier zu Tier unterschiedlich, entweder durch eine mäßige Fibrose geprägt oder manchmal in ein zellreiches Narbengewebe umgewandelt.

- d) 30 Sekunden Einwirkungsdauer von konzentrierter Schwefelsäure, anschließend 15 Minuten Spülung mit Natriumbikarbonat-Lösung (dazu Abb. 10-15 d)

Die feingeweblichen Unterschiede zur Gruppe b (Wasserspülung) sind als kaum signifikant zu bezeichnen und beziehen sich vornehmlich auf das 24 Stunden-Material, wo die perifollikulären Leukozytenansammlungen nach Bikarbonat-Spülung bedeutend diskreter ausgeprägt sind (Abb. 11d).

- e) 5 Minuten Einwirkungsdauer von konzentrierter Schwefelsäure, anschließend 15 Minuten Spülung mit Natriumbikarbonat-Lösung

In unserem Untersuchungsmaterial sind keine histologisch faßbaren Differenzen - eine gewisse Variationsbreite bei verschiedenen Tiergruppen berücksichtigend - zu nur mit fließendem Wasser behandelter Haut (Gruppe c) zu finden (dazu Abb. 10-15 e).

## V. B E S P R E C H U N G

=====

Die makroskopischen und mikroskopischen Untersuchungsergebnisse sprechen eindeutig für die Anwendung der Hydrotherapie bei Verätzung mit konzentrierter Schwefelsäure. Vergleichbare Ergebnisse zu einer 1-stündigen Wasserspülung sind bei der 15-minütigen Spülung mit 10%iger Natriumbikarbonat-Lösung zu erheben, was weitgehend im Einklang mit den Untersuchungsergebnissen BROMBERGs et al. (1965) an mehreren Mäusegruppen steht.

Vergleicht man die Kontrollgruppen 1 (ohne Spülung) mit der Gruppe 2 und 4 (30 Sekunden Säureeinwirkung, wasser- oder Bikarbonat-Spülung), so läßt sich ein deutlicher Unterschied im Ausmaß der Ätznekrosen schon makroskopisch nachweisen (s. Abb. 2). Bereits nach 30 Sekunden Einwirkungsdauer konzentrierter Säure kommt es schon zu einer Destruktion der Epidermis und des oberen Coriums. In eigenen orientierenden Vorversuchen konnten wir die Befunde (RENSBURG, 1962), wonach eine extrem kurze Säureeinwirkung (5 Sekunden, 15 Sekunden) nur auf den epidermalen Anteil der Haut beschränkt bleibt, voll bestätigen.

Bei gleicher Konzentration des Ätzmittels ist die Einwirkungsdauer für das Ausmaß der Schädigung von entscheidender Bedeutung, wie das bei Gegenüberstellung der Gruppen 2 und 4 (30 Sekunden Einwirkungsdauer) mit den beiden

Gruppen der 5-minütigen Einwirkungsdauer der Säure (Gruppe 3 und 5), besonders aber mit der Kontrollgruppe (keine Wasser- bzw. Bikarbonat-spülung) deutlich zum Vorschein kommt. BROMBERG et al. (1965) konnten sogar nach einem späten Einsetzen der Wasserbehandlung (30 Minuten, 1 Stunde) auf die durch Salzsäure verätzte Haut immer noch bei Gegenüberstellung mit der Kontrollgruppe gewisse therapeutische Erfolge erzielen, allerdings nach 2-stündiger Säureeinwirkung nicht mehr.

Besonders erwähnenswert erscheint uns, daß sich bei 30 Sekunden Säureexposition mit anschließender Wasser- (Gruppe 2) - in geringerem Ausmaß auch bei Bikarbonatbehandlung (Gruppe 4) - im Gegensatz zu Hautproben nach 5 Minuten Säureeinwirkung (Gruppe 3 und 5) sowie zur Kontrollgruppe regelmäßig perifollikuläre Leukozytenansammlungen im oberen Corium vorfinden, was wir als einen Hinweis auf das noch erhaltene Gefäßsystem in dieser Ebene auslegen möchten. Wir neigen dazu, die perifollikulären Abszeße in einen kausalen Zusammenhang mit der follikulär einwirkenden bzw. absorbierten und im Laufe der Spülung nicht entfernten Säure zu bringen. Auf diesen Absorptionsweg, besonders in der initialen Phase (sog. Shunt-diffusion) hat SCHEUPLEIN (1967) aufmerksam gemacht. Allerdings konnte WAHLBERG (1968) anhand seiner Untersuchungsreihe zeigen, daß die Anwesenheit der Follikel die transepidermale Absorption nicht fördert. Bei den vorliegenden Versuchen, bei denen die Orte der Säureeinwirkung gespült wurden, sind besonders bei

einer kurzen Einwirkungsdauer der Schwefelsäure die follikulär retinierten Säuremengen als relevant zu diskutieren.

Erst nach eingetretener Demarkation, die in der Abgrenzung der Nekrose durch ein Infiltrat geprägt ist, und sich nach ungefähr 48 Stunden zu bilden beginnt, liegt das eigentliche Ausmaß der Ätznekrose vor. Die PAS-reaktiven Gebiete, die bereits 1 Stunde nach Säureeinwirkung (mit und ohne Wasserspülung) nachzuweisen sind, decken sich in ihrer Ausdehnung nicht ganz mit dem Ausmaß der Nekrosen. So ist zum Beispiel im Material der Gruppe 2, das sofort nach der durchgeführten Spülung entnommen wurde, der PAS-reaktive Bereich bedeutend umfangreicher als die sich später ausbildenden Nekrosen dieser Tiergruppe. In Anlehnung an HOUCK und JACOB (1964, 1966) führen wir diese coriale PAS-Positivität auf die Anhäufung von Glucoproteinen zurück. In den nach van Gieson gefärbten Schnitten konnten wir eine Reduktion der rot tingierten Kollagenfasern beobachten, was mit den Befunden der zitierten Autoren übereinstimmt. Man nimmt an, daß es sich hierbei um einen kollagenolytischen Prozeß handelt, was nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen als durchaus annehmbar erscheint.

wir konnten keinen signifikanten Unterschied zwischen bikarbonat- und wassergespülten Verätzungen nachweisen, jedoch haben wir den Eindruck,

daß im 24 Stunden-Material das Ausmaß der Schädigung - die perifollikularen Gebiete berücksichtigend - nach Bikarbonat-Spülung etwas geringgradiger sein dürfte. Im wesentlichen sind wir der Meinung, daß die sofortige Neutralisationsbehandlung bei der gewählten Dauer der Wasser- bzw. Bikarbonat-Spülung der Wasserbehandlung gleichkommt. Bei der Hydrotherapie bietet sich allerdings der Vorteil, daß das Wasser im Gegensatz zu anderen Neutralisationsmitteln praktisch überall und in ausreichender Menge zur Verfügung steht (dazu auch van HENSBURG, 1962; BROMBERG, 1965; CURRERI, 1970).

Mit dieser Therapie kann gleichzeitig eine Verkürzung des Zeitintervalls bis zur Hauttransplantation bewirkt werden (BROMBERG et al., 1965).

Für die Praxis erscheint uns wesentlich, mit der Wasserbehandlung schon in der ersten Minute, wenn möglich schon innerhalb der ersten 30 Sekunden zu beginnen, wobei die Dauer der Spülung kontinuierlich über einen längeren Zeitraum und zwar mindestens 1 Stunde erfolgen soll, da kurzfristige Wassereinwirkung als unzureichend anzusehen ist.

Die vorliegenden Befunde haben darüberhinaus die Wichtigkeit der Einwirkungsdauer der Säure für das Ausmaß der Gewebsschädigung auch auf mikroskopischer Ebene objektivieren können.

## VI. Z U S A M M E N F A S S U N G

=====

Die Arbeit bezieht sich auf die Behandlungsmöglichkeiten der mit konzentrierter Schwefelsäure verätzten Haut. Als Versuchsobjekt wurde die Meerschweinchenhaut benutzt, wobei die Behandlung mit fließendem Wasser einer Neutralisationsbehandlung mit Natriumbikarbonatlösung gegenübergestellt wurde.

Die Einwirkungsdauer der Säure betrug 30 Sekunden und 5 Minuten und die Dauer der anschließenden Spülung betrug 1 Stunde für das fließende Wasser und 15 Minuten für die 10%ige Natriumbikarbonatlösung.

Die Applikationsorte wurden makroskopisch beurteilt und feingeweblich zu verschiedenen Zeitintervallen (anschließend an die Spülung, nach 24, 48, 72 Stunden, 6 und 9 Tagen) untersucht. Als Kontrolle diente die nicht behandelte Tiergruppe.

Nach einer Einwirkungsdauer der Säure von 30 Sekunden war es möglich, eine weitgehende Restitution des verätzten Bereiches auf makroskopischer und mikroskopischer Ebene zu erzielen. Nach 5 Minuten Einwirkungsdauer der konzentrierten Säure war das Ausmaß der Ätznekrose im Vergleich mit der Kontrollgruppe weniger tief, es trat aber nach der Beobachtungszeit von 9 Tagen noch keine definitive Wiederherstellung des Applikationsortes ein.

Die durch Wasserspülung erzielten Ergebnisse - die gewählte Spüldauer berücksichtigend - weichen von den Ergebnissen nach Natriumbikarbonat-Anwendung

in unseren Untersuchungsreihen nur unwesentlich ab.

Wir konnten in der vorliegenden Arbeit die Nützlichkeit der Hydrotherapie auch von der feingeweblichen Beobachtung her durchaus bestätigen. Es hat sich gezeigt, daß für das Ausmaß der Hautschädigung die Einwirkungsdauer der Säure bei gleicher Konzentration von wesentlicher Bedeutung ist, woraus folgt, daß die Therapie praktisch sofort, d.h. innerhalb der ersten Sekunden erfolgen sollte. Eine derartige Forderung kann nur das überall vorhandene Leitungswasser erfüllen.

## VII. A B B I L D U N G E N

=====

### Legenden zu den Abbildungen

Abb. 1 : Spülvorrichtung, bestehend aus Plastikglocke mit Zu- und Ableitung

Abb. 2 : 9 Tage nach Einwirkung konzentrierter Schwefelsäure.

- A) konzentrierte Schwefelsäure-Einwirkung ohne anschließende Wasserspülung.
- B) 30 Sekunden Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure mit anschließender Wasserspülung.

Abb. 3-8 : HE-Färbung

Abb. 3 : Probebiopsie nach 1 Stunde.

Abb. 4 : Probebiopsie nach 24 Stunden.

Abb. 5 : Probebiopsie nach 48 Stunden.

Abb. 6 : Probebiopsie nach 3 Tagen

Abb. 7 : Probebiopsie nach 6 Tagen

Abb. 8 : Probebiopsie nach 9 Tagen

- a) Konz. Schwefelsäure ohne anschließende Wasserspülung.
- b) 30 Sekunden konz. Schwefelsäure mit anschließender Wasserspülung.
- c) 5 Minuten konz. Schwefelsäure mit anschließender Wasserspülung.

Abb. 9 : Probebiopsie nach 1 Stunde Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure ohne anschließendes Spülen mit Wasser.

Hale-PAS-Reaktion, Vergrößerung 10 x 1,25

In der A-Zone fast völliger Schwund der Hale-reaktiven Substanzen.

Abb. 10-15 : HE-Färbung.

Abb. 10 : Probebiopsie anschließend nach Spülung.

Abb. 11 : Probebiopsie nach 24 Stunden.

Abb. 12 : Probebiopsie nach 48 Stunden.

Abb. 13 : Probebiopsie nach 3 Tagen.

Abb. 14 : Probebiopsie nach 6 Tagen.

Abb. 15 : Probebiopsie nach 9 Tagen.

d) 30 Sekunden konz. Schwefelsäure mit  
anschließender Bikarbonat-Spülung.

e) 5 Minuten konz. Schwefelsäure mit  
anschließender Bikarbonat-Spülung.

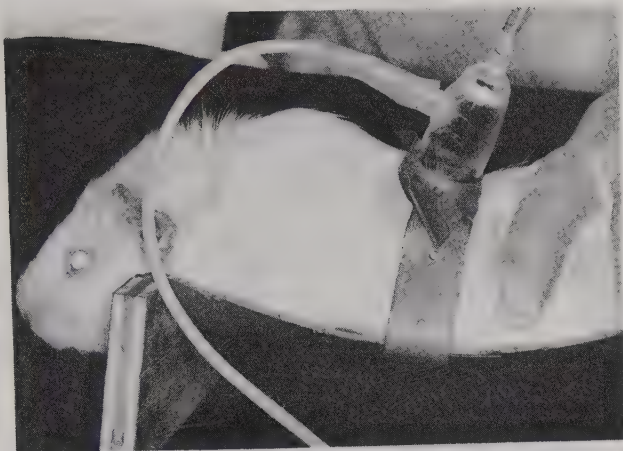
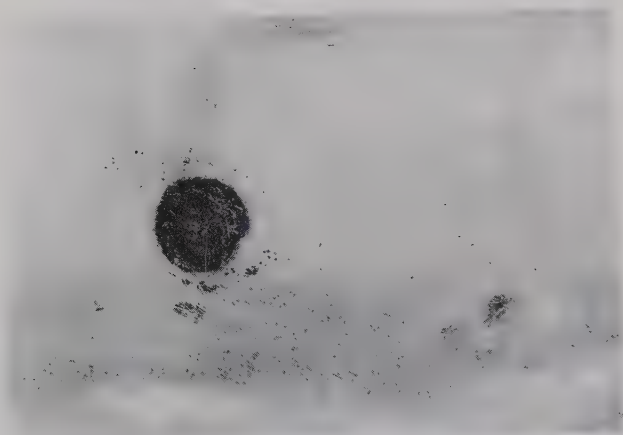


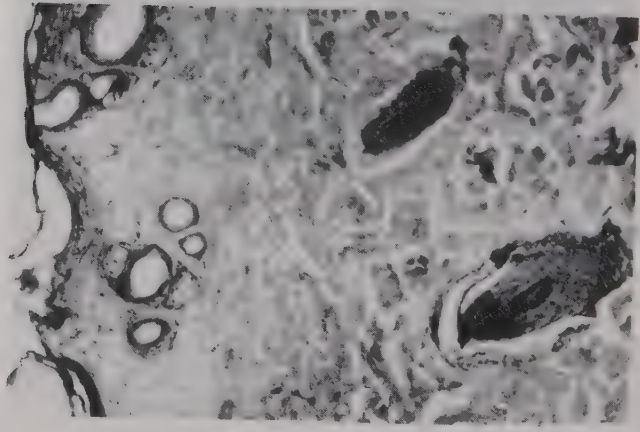
Abbildung 1



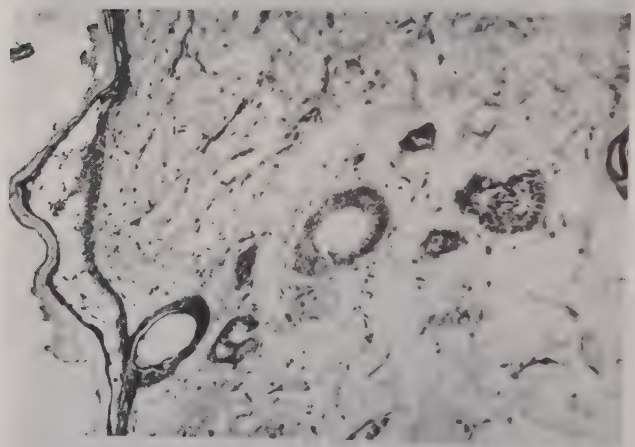
A

B

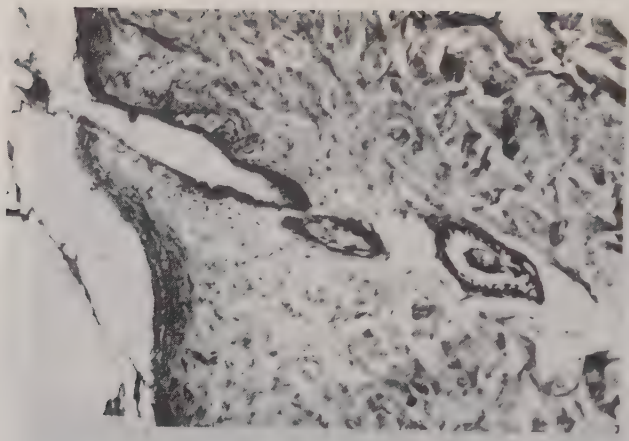
Abbildung 2



a

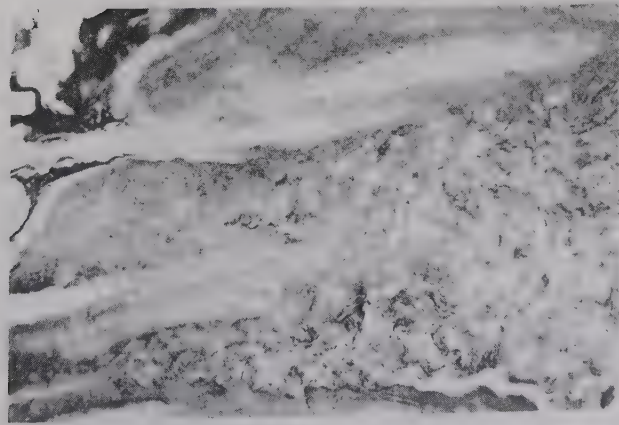


b

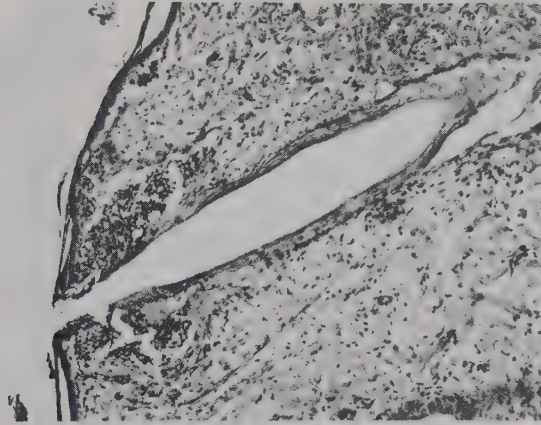


c

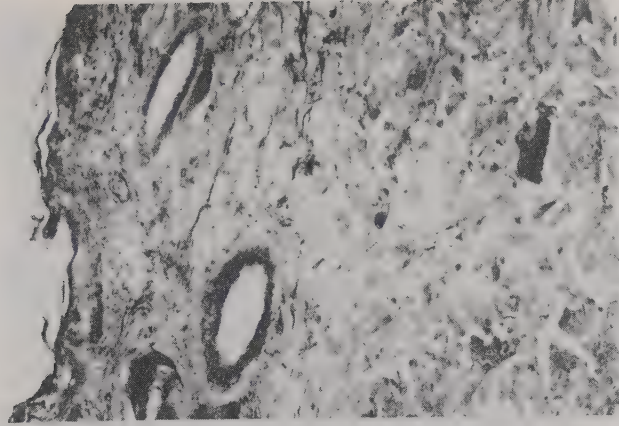
Abbildung 3



a

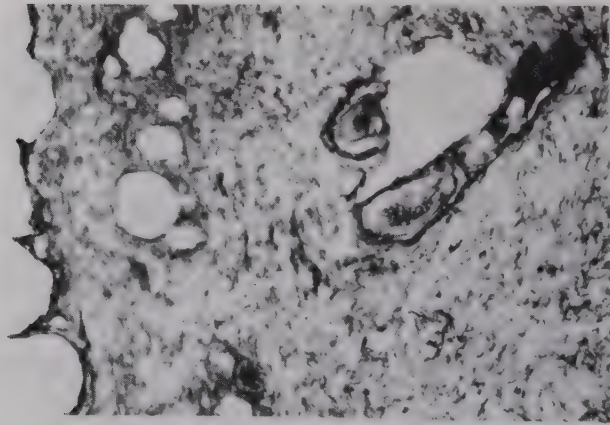


b

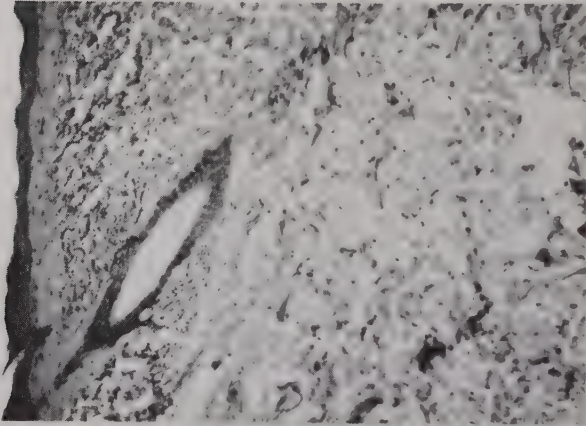


c

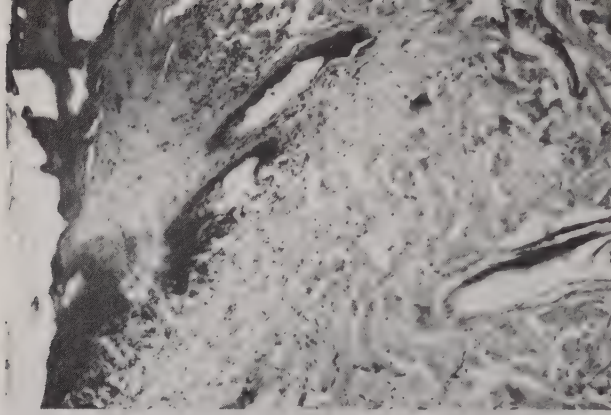
Abbildung 4



a

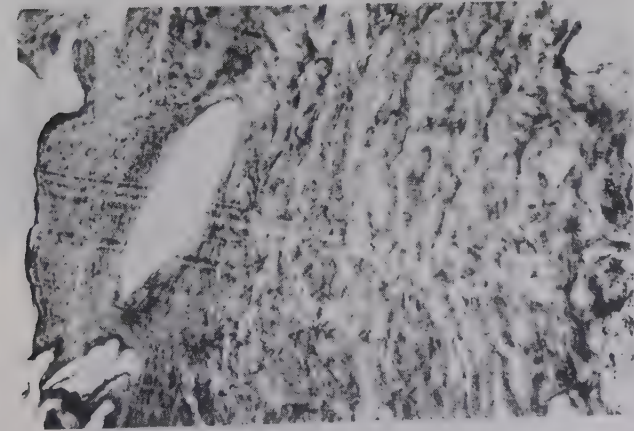


b

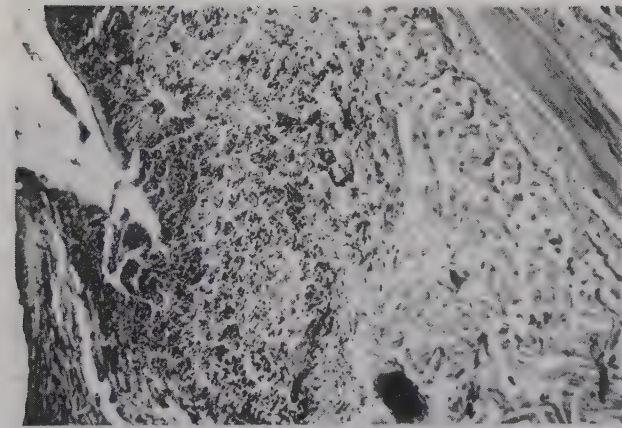


c

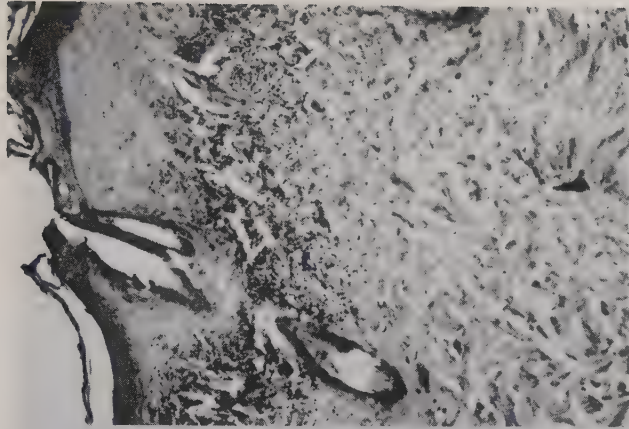
Abbildung 5



a



b



c

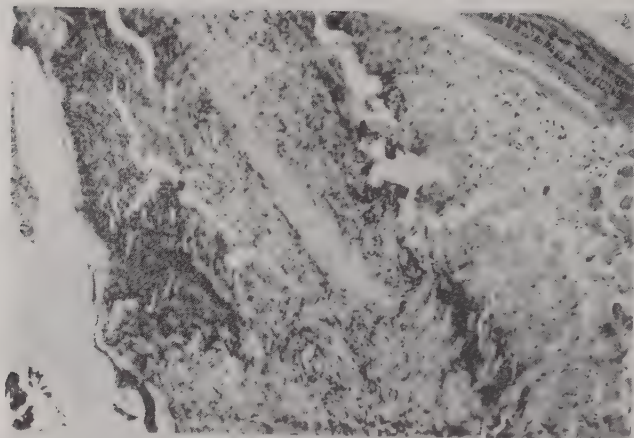
Abbildung 6



a

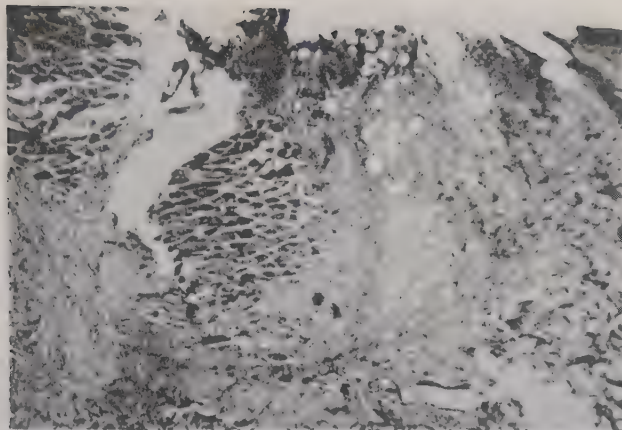


b

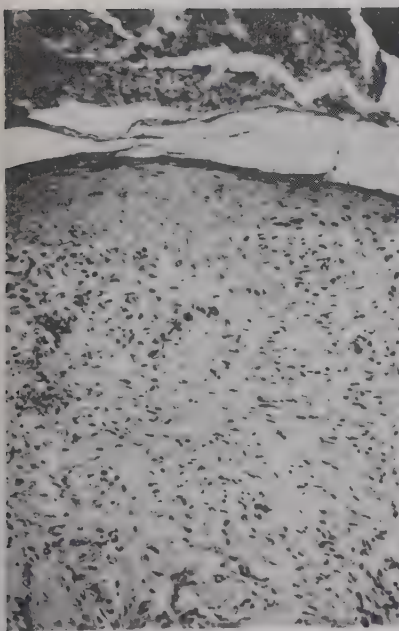


c

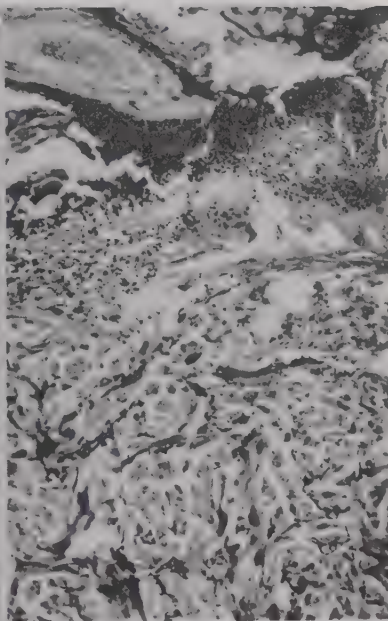
Abbildung 7



a

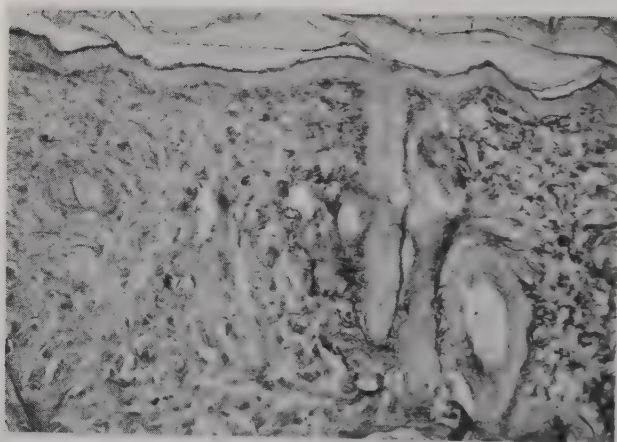


b



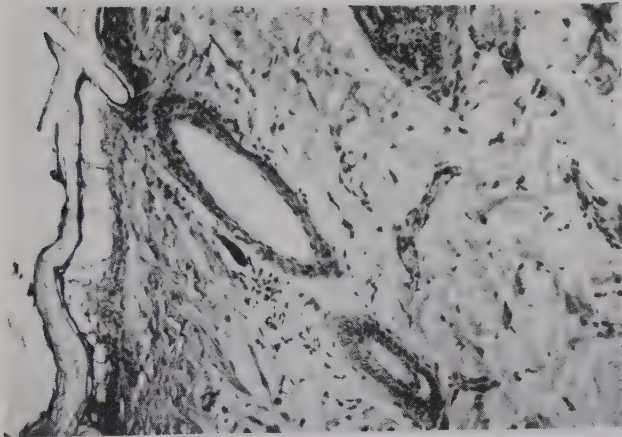
c

Abbildung 8

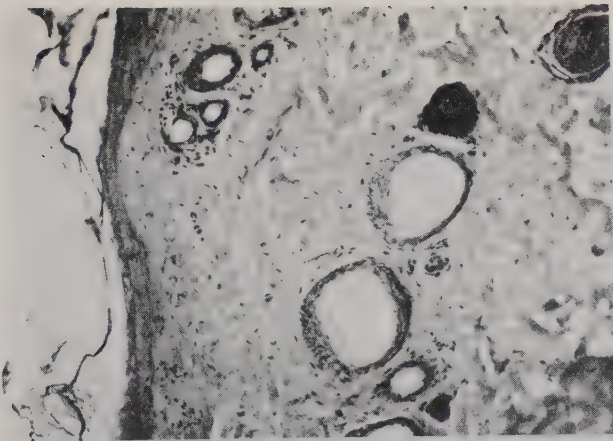


A-Zone

Abbildung 9

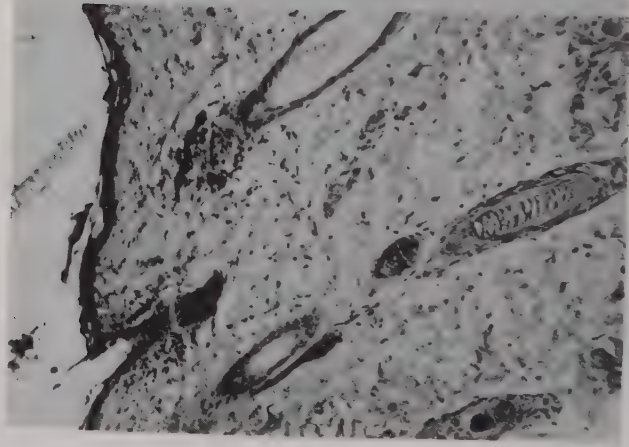


d

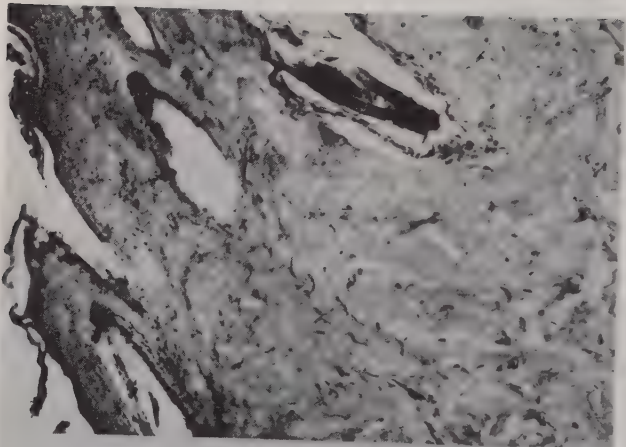


e

A b bildung 10

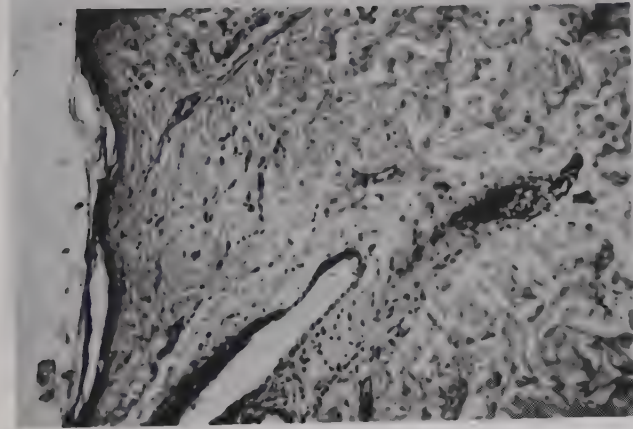


d

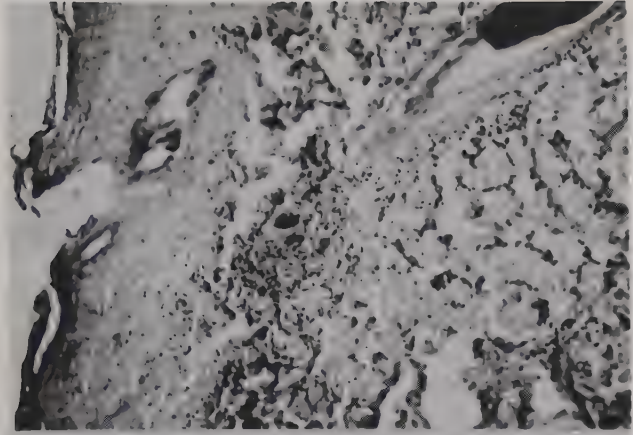


e

Abbildung 11

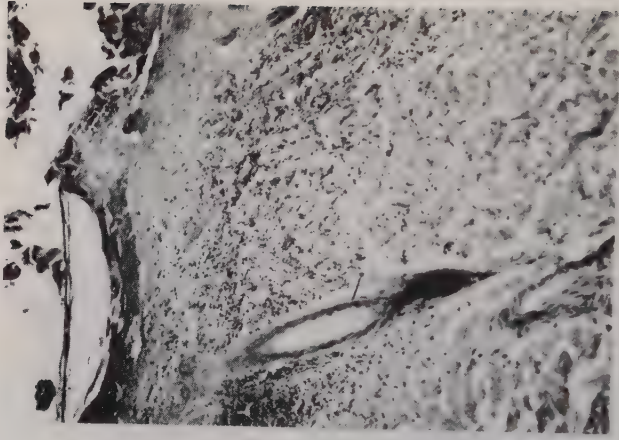


d

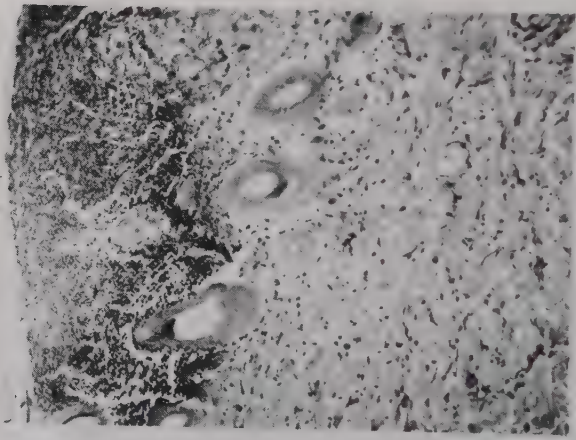


e

Abbildung 12

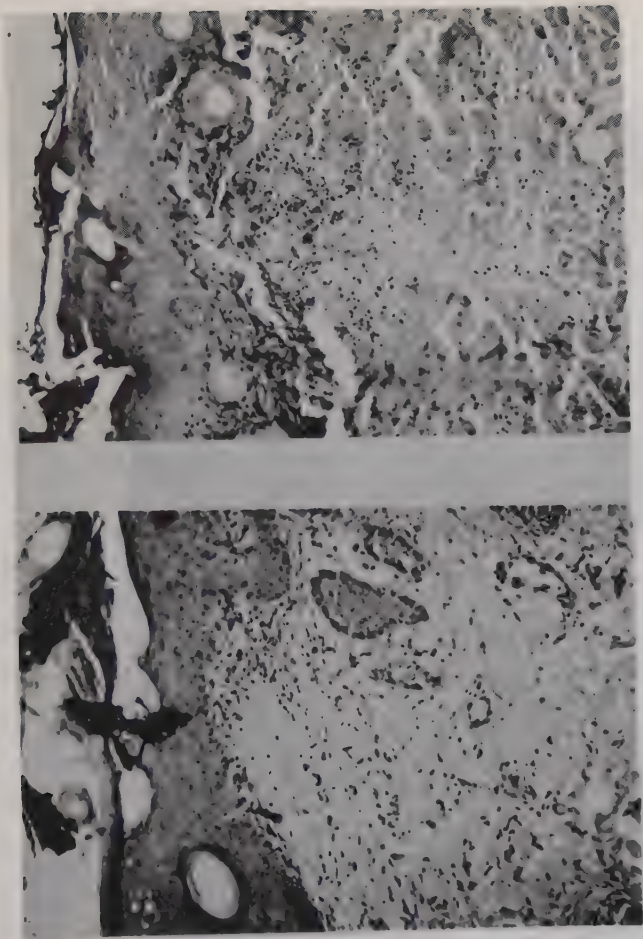


e



d

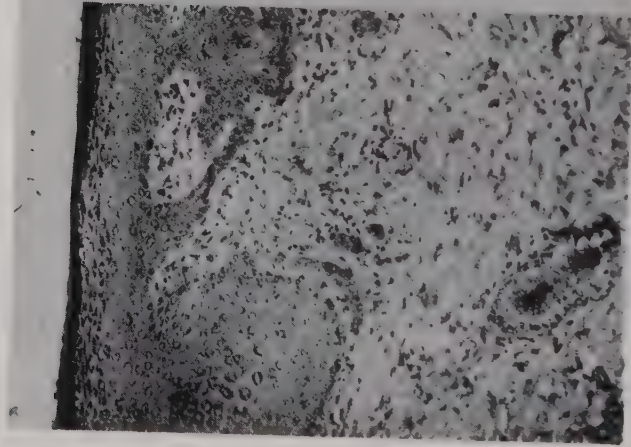
Abbildung 13



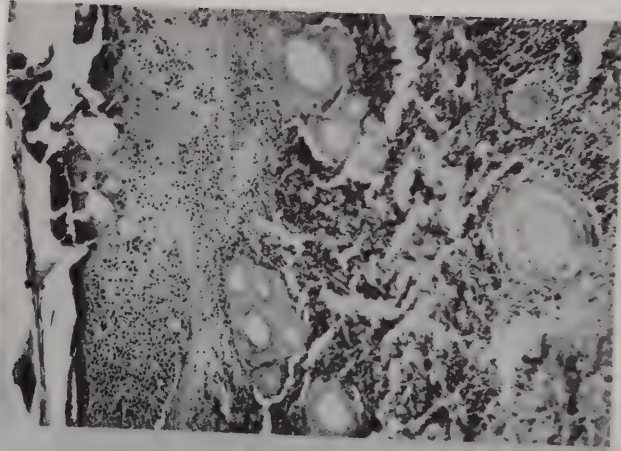
e

d

Abbildung 14



d



e

Abbildung 15

# L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

- =====
- Bromberg, B.E., In Chul Song and R.H. Walden :  
Hydrotherapy of chemical burns.  
Plast.reconstr.Surg. 35: 85-95 (1965)
- Curreri, P.W., M.J. Asch and B.A. Pruitt :  
The treatment of chemical burns:  
Specialized diagnostic, therapeutic  
and prognostic considerations.  
J. Trauma 10: 634-642 (1970)
- Davidson, E.C. :  
The treatment of acid and alkali burns.  
Ann. Surg. 85: 481-489 (1927)
- Freidenwald, I.S., W.F. Hughes and H. Herman :  
Arch. ophthalmol. 31: 279 (1944)
- Freidenwald, I.S., W.F. Hughes and H. Herman :  
Acid burns of the eye.  
Arch. ophthalmol. 35: 98 (1946)
- Geißler, W. :  
Die Vergiftungen mit Salzsäure.  
Vjschr.gerichtl.Med. III.F.:37: 71-112  
(1909)
- Hochleitner, H. :  
Tierexperimentelle Studie zur Klinik  
und Therapie der Verätzungen.  
Arch.klin.exp.Derm. 234: 145-157 (1969)

Holland, J.W. :

Inorganic poisons, in : Legal medicine and toxicology, ed. by F. Peterson, W.S. Haines and R.W. Webster, Vol. II. W.B. Saunders Co.; Philadelphia 1923  
zit. nach Davidson, E.C.

Houck, J.C. and Jacob, R.A. :

Connective tissue.

XI. Chemical pathology of necrotic wounds.

Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 116: 1041-1044  
(1964)

Houck, J.C. and Jacob, R.A. :

The chemistry of dermal necrosis.  
Lab. Invest. 15: 181-191 (1966)

Lesser, A. :

Anatomische Veränderungen des Verdauungskanal's durch Ätzgifte.  
Virchows Arch. 83: 193 (1881)

Lewis, G.K. :

Chemical burns.

Amer. J. Surg. 98: 928-937 (1959)

Nagao, S., J.D. Stroud, T. Hamada, H. Pinkus and D.J. Birmingham :

The effect of sodium hydroxide and hydrochloric acid on human epidermis.  
Acta dermato.-vener.(Stockh.) 52: 11-23  
(1972)

Neugebauer, O. :

Die Hautschädigungen durch Kontakt  
mit Säuren, Laugen.

In: Die Schädigungen der Haut, v. K.  
Ullmann, M. Oppenheim und I.H. Rille,  
Bd. II, S. 62ff

Leopold Voss Verlag; Leipzig 1926

Petri, E. :

Pathologische Anatomie und Histologie  
der Vergiftung.

In: Handbuch der speziellen patholo-  
gischen Anatomie und Histologie, Bd. X.,  
hrsg. v. F. Henke und O. Lubarsch.

Springer Verlag; Berlin 1930

Rehn, J. :

Erste Hilfe und Erstversorgung bei  
Verbrennungen und Verätzungen.

Berufsdermatosen 13: 85-96 (1965)

Rensburg, L.C.J., van :

An experimental study of chemical burns.

S. Afr. Med. J. 36: 754-759 (1962)

Reuter, F. :

Methoden der forensischen Beurteilung  
von Vergiftungen.

In: Handbuch der biologischen Arbeits-  
methoden, v. Abderhalden, Teil 12 :

1. Hälfte / Bd. 2.

Berlin - Wien 1938

Scheuplein, R.J. :

Mechanism of percutaneous absorption.

II. Transient diffusion and the relative importance of various routes of skin penetration.

J. invest. Derm., 48: 79-88 (1967)

Smith, A.K. :

Treatment of acid and alkali burns.

Mod. Med., Vol. iii, p. 233 (1921)

zit. nach Davidson, E.C.

Symposium on health hazards of chemicals.

Organisation section I.A.M.A., 159: 38  
(1955)

Wahlberg, J.E. :

Transepidermal or transfollicular absorption?

Acta dermato-venereol. (Stockh.) 48:  
336-344 (1968)

Walbaum, :

Über die Einwirkung konzentrierter Ätzgifte auf die Magenwand.

Vjschr. gerichtl. Med. III.F.: 32: 63-79  
(1906)

Herrn Prof. Dr. med. M. Rupec danke ich herzlich für die Überlassung des Themas, die vielen Hinweise und Anregungen bei der Abfassung der Arbeit und die vorzüglichen Arbeitsmöglichkeiten.

Mein Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. med. F. Vakilzadeh, Frau A. Bollmann, Frä. C. Drewnick, Frau Ch. Pullmann, Frau E. Schneider, Herrn K. Preis und Herrn K. Ruprecht.

# LEBENS LAUF

=====

Am 6. April 1938 wurde ich in Fulda geboren.

1944 - 1949 Besuch der Volksschule in Dirlos,  
Kreis Fulda

1949 - 1958 Besuch des Realgymnasiums für Mädchen  
(Marienschule) in Fulda

15.3.1958 Abitur am vorgenannten Realgymnasium

1958 - 1965 Medizinstudium an der Philipps-  
Universität in Marburg

9.2.1965 Medizinisches Staatsexamen in Marburg

1965 - 1967 Medizinalassistentin an der Medizinischen-,  
Chirurgischen-, Frauen- und  
Dermatologischen Klinik der Philipps-  
Universität Marburg

30.6.1967 Bestallung als Ärztin

1967 - 1972 Facharzt-Weiterbildung an der Dermatologischen  
Universitätsklinik Marburg

16.2.1972 Anerkennung als Facharzt für Dermatologie  
und Venerologie

seit 1.8.1967 als Assistentin an der Dermatologischen  
Universitätsklinik Marburg tätig

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren und Dozenten in Marburg :

Beckmann, Berendes, Bock, Braun-Faleo, Bücher, Dimroth, Eggstein, Exner, Förster, Friederich, Gedigk, Golenhofen, Gress, Hamm, Hartmann, Hensel, Heuser, Hildebrandt, Hornung, Huber, Jacob, Lang, Linneweh, Lübbers, Mahr, van Manger-König, Martini, Maurath, du Mesnil de Rochement, Müller, Neubauer, Niessing, Nieth, Oehme, Petry, Pirson, Rodeck, Rupec, Sauer, Schirren, Schleyer, Schmid, Schölmerich, Schwaiger, Walcher, Wendt, Würterle.





